

Торайғыров университетінің
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Торайғыров университета

ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ ХАБАРШЫСЫ

Химия-биологиялық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА

Химико-биологическая серия
Издается с 1997 года

ISSN 2710-3544

№ 2 (2025)

Павлодар

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ Торайгыров университета

Химико-биологическая серия
выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания
№ KZ84VPY00029266

выдано
Министерством информации и коммуникаций Республики Казахстан

Тематическая направленность
публикация материалов в области химии, биологии, экологии,
сельскохозяйственных наук, медицины

Подписной индекс – 76134

<https://doi.org/10.48081/PGFX4116>

Бас редакторы – главный редактор

Ержанов Н. Т.
д.б.н., профессор

Заместитель главного редактора
Ответственный секретарь

Ахметов К. К., *д.б.н., профессор*
Камкин В. А., *к.б.н., доцент*

Редакция алқасы – Редакционная коллегия

Яковлев Р.В.,	<i>д.б.н., профессор (Российская Федерация);</i>
Титов С. В.,	<i>доктор PhD;</i>
Касанова А. Ж.,	<i>доктор PhD;</i>
Jan Micinski,	<i>д.с.-х.н., профессор (Республика Польша);</i>
Surender Kumar Dhankhar,	<i>доктор по овощеводству, профессор</i> <i>(Республика Индия);</i>
Шаманин В. П.,	<i>д.с.-х.н., профессор</i> <i>(Российская Федерация);</i>
Азаренко Ю. А.,	<i>д.с.-х.н., профессор</i> <i>(Российская Федерация);</i>
Шокубаева З. Ж.	<i>(технический редактор).</i>

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели
Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов
При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров университета» обязательна

FTAMP 87.15.15

<https://doi.org/10.48081/MIRN6999>***Г. Н. Сулейменова**

«СЖС Қазақстан ЛТД» Шетел кәсіпорыны ЖШС,

Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-3974-0342>*e-mail: gauhar980605@mail.ru

МҰНАЙ ӨНДЕУ КӘСІПОРЫНДАРЫНДАҒЫ АТМОСФЕРАЛЫҚ ШЫҒАРЫНДЫЛАРДЫ БАҚЫЛАУ МЕН АЗАЙТУДЫҢ ЗАМАНАУИ ӘДІСТЕРІ

Мақалада мұнай өңдеу өнеркәсібіндегі атмосфералық ауаға таралатын зиянды шығарындыларды бақылау және оларды азайту бойынша қолданылатын заманауи технологиялық шешімдер мен әдістерге жан-жақты шолу жасалған. Атап айтқанда, ластаушы заттардың концентрациясын нақты әрі үздіксіз тіркеуге мүмкіндік беретін автоматтандырылған шығарындыларды бақылау жүйелері (СЕМС), атмосфералық ауаның жай-күйін бағалауда қолданылатын қашықтықтан зондау әдістері, сондай-ақ зертханалық талдаулар сияқты технологиялар егжей-тегжейлі қарастырылған. Бұдан бөлек, атмосфераға таралатын зиянды заттардың мөлшерін азайтуға бағытталған әдістерге назар аударылған: бу қалдықтарын ұстау жүйелері, катализикалық бейтараптандыру құрылғылары, абсорбциялық және адсорбциялық тазарту қондырғылары, сондай-ақ тұйық өндірістік циклдерді енгізу тәжірибесі.

Мақалада әр технологияның тиімділігі, қолдану аясы, инвестициялық және операциялық шығындары, сонымен қатар халықаралық және ұлттық экологиялық талаптарға сәйкестік деңгейі тұрғысынан артықшылықтары мен шектеулері сараланып, талданған. Әр түрлі әдістердің салыстырмалы талдауы жүргізіліп, мұнай өңдеу зауыттарындағы экологиялық саясатты жетілдіруге және өндірістік процестерді экологиялық тұрғыдан оңтайландыруға бағытталған ең перспективті бағыттар анықталған.

Зерттеу нәтижелері өнеркәсіптік экология, қоршаған ортаны қорғау және мұнай өңдеу саласындағы инженерлік шешімдермен айналысатын мамандар, зауыт басшылары, сондай-ақ ғылыми

қауымдастық үшін құнды ақпарат көзі бола алады. Сонымен бірге, мақалада халықаралық тәжірибелермен қатар, Қазақстандағы қолданыстағы экологиялық реттеуші нормалар да ескеріліп, салыстырмалы түрде талқыланды.

Кілтті сөздер: шығарындыларды бақылау, атмосфералық ауаны мониторингтеу, экологиялық технологиялар, ластануды азайту әдістері, өнеркәсіптік шығарындылар, ауаны қорғау, өндірістік экология.

Кіріспе

Көмірсутекті жанғыш отындар арасында мұнай көптеген кәсіпорындар үшін ең құнды болып табылады, себебі ол дайын өнімдердің кең ассортиментін өндіруге мүмкіндік береді, бұл оны жаһандық экономикалық жүйенің дамуы үшін негізгі табиғи ресурсқа айналдырады. Мұнай өнеркәсібінің атмосфераны ластауының ең айқын кедергілері оның қайта өңдеу секторының айналасында шоғырланған. Мұнайды өңдеу процесінің әр түрлі кезеңдерінде әртүрлі ластаушы заттар шығарылады [1].

Кәсіпорындардың көпшілігі өздерінің шығарындылар бойынша шекті мөлшерлерін өткен рұқсат беру кезеңімен салыстырғанда арттырды. Кейбір қалаларда мониторинг станцияларының жетіспеушілігі байқалады, бұл Қазақстанның өнеркәсіптік қалаларында ауа сапасын бақылау желісінің кеңістіктік қамтуын жақсарту қажеттілігін көрсетеді. Ұлттық ауа сапасы стандарттары мен ауадағы ластаушы заттардың анықтамаларын соңғы ғылыми білім негізінде жаңарту қажет [2].

Мұнай өңдеу саласы атмосфераны ластайтын негізгі көздердің бірі болып табылады. Бұл шығарындыларға көмірсутектер, азот оксидтері, күкірт қосындылары және басқа зиянды заттар жатады. Атмосфералық шығарындыларды тиімді бақылау мен азайту – экологиялық нормаларды сақтау және қоршаған ортаға теріс әсерді төмендету үшін маңызды. Соңғы жылдары бұл бағытта әртүрлі технологиялар әзірленіп, қолданылуда. Бұл мақалада осы әдістерге жүйелі әдеби шолу жасалып, олардың салыстырмалы сипаттамасы ұсынылады.

Материалдар мен әдістері

SEMS жүйелері – бұл шығарындылардағы ластаушы заттардың концентрациясын үзіліссіз өлшеуге арналған құрылғылар. Олар деректердің жоғары дәлдігін қамтамасыз етеді және халықаралық стандарттарға сәйкес келеді. Алайда, мұндай жүйелерді орнату мен техникалық қызмет көрсету айтарлықтай шығындарды талап етеді, бұл олардың кейбір кәсіпорындарда қолданылуын шектейді.

Ұсынылған жүйе қыздырылған пробоотбор зондынан өлшеу ұяшығына жеткізілетін ыстық және ылғалды газ сынамасымен жұмыс істейді. Сонымен қатар, басқаруға, жұмыс режимдерін баптауға, есептер құрастыруға, деректерді жеткізу мен визуализациялауға арналған CEMS-2000 деп аталатын арнайы бағдарламалық қамтамасыз ету бар екені атап өтілген [3].

Жүйе өз функционалдығының арқасында бастапқы деректер базасын құруды, олардың статистикалық өңделуін, шығарындылар қуатын есептеуді, сондай-ақ алынған ақпаратты визуализациялауды жүзеге асырады [3].

Сондай-ақ атмосфералық ауаға шығарылатын шығарындыларды бақылаудың қашықтан бақылау әдістері де бар.

Газ талдағыштармен жабдықталған дрондар жанғыш сұйықтықтар (ЖС) мен табиғи газдың (ТГ) ағуларын анықтау, сондай-ақ қолжетімсіз аймақтарды (факельдік қондырғылар, құбырлар) бақылау үшін пайдаланылады. Жылукамералар мен инфрақызыл камералар (мысалы, FLIR) ұшпа органикалық қосылыстар (VOC), метан (CH_4) және сутек (H_2) ағуларын анықтай алады [4].

Спутниктік мониторинг пен лидарлар ірі кен орындарындағы және факелдік жүйелерден болатын шығарындыларды бақылауда қолданылады.

Ауаның сапасын бақылауға арналған лабораториялық әдістерге ауадан сынама алу және оны талдау жатады. Бұл әдістер экологиялық зерттеулер кезінде, жабдықты іске қосу немесе тоқтату сәттерінде, сондай-ақ апаттық жағдайлар туындағанда жүргізіледі. ВТЕХ (бензол, толуол және т.б.) және көмірсутектердің концентрациясын бақылау үшін кеңінен қолданылады.

Зауыттан атмосфераға ластаушы заттардың шығарылуына байланысты шығарындылар деңгейін және оның салдарын жедел зерттеуге арналған ықтимал құрал – бұл эмиссия коэффициенті (ЭК) деп аталатын көрсеткіш. Жалпы алғанда, эмиссия коэффициенті – бұл атмосфераға шығарылатын ластаушы заттың мөлшерін белгілі бір өндірістік әрекетпен байланыстыратын өкілдік мән [5].

Шынында да, жалпыланған эмиссия коэффициенті технологиялық қондырғылар туралы егжей-тегжейлі ақпаратсыз-ақ зауыттың шығарындыларын алдын ала бағалауға мүмкіндік береді. Дәл осы себепті, бүкіл зауыттың атмосфераға тигізетін әсерін нақты далалық эксперименттік өлшемдерсіз, тек эмиссия коэффициентін және өндірістік қуатты білу арқылы бағалауға болады [5].

НАР (қауіпті ластаушы заттар) үшін эмиссия коэффициентін анықтау рәсімі АҚШ Қоршаған ортаны қорғау агенттігінің деректер базасында жинақталған мұнай өңдеу зауыттарының жалпы шығарындыларын салыстыру арқылы жүзеге асырылды [6]; [7].

Нәтижелер және талқылау

Аталған әдістердің мұнай өндіру өндірістерінде нақты қай нысандарда және қандай газдарды анықтауға арналғанын сипаттайтын Кесте 1 берілген.

1-кесте – Мұнай-газ саласында атмосфералық шығарындыларды бақылау әдістерінің нақты қолданылуы

Бақылау әдісі	Қолданылатын нысандар	Қолдану ерекшеліктері және мысалдар
CEMS (үздіксіз автоматты бақылау жүйелері)	Түтін мұржалары, факельдік қондырғылар, технологиялық пештер	SO ₂ , NO _x , CO, CO ₂ , H ₂ S және басқа газдар концентрацияларын нақты уақыт режимінде тіркейді
Стационарлық және портативті газ анализаторлар	Компрессорлық қондырғылар, резервуарлар, өндірістік цехтар	Жергілікті бақылау, CH ₄ , VOC, H ₂ S, CO деңгейлерін өлшеу
Дрондар (газ анализаторлармен жабдықталған)	Құбыр жүйелері, резервуар парктері, қиын қолжетімді аймақтар	Жанғыш сұйықтықтар мен табиғи газдың ағуын анықтау; визуалды бақылау
Инфрақызыл және жылукамералар (мысалы, FLIR)	Резервуарлар, жоғары қысымды желілер, компрессорлық станциялар	VOC, CH ₄ және H ₂ заттарының көзге көрінбейтін ағуларын тіркеу
Спутниктік мониторинг және лидарлар	Ірі мұнай-газ кен орындары, факельдік шығарындылар	Аймақтық метан шығарындыларын бағалау және бақылау
Зертханалық бақылау (пробоотбор және талдау)	Санитарлық-қорғау аймақтары, авариялар, жөндеу жұмыстары	BTX (бензол, толуол, этилбензол, ксилол), көмірсутектер, PM ₁₀ , PM _{2.5} концентрацияларын зерттеу
Есептік әдістер (эмиссия коэффициенттері)	Шығарындылар инвентаризациясы, бастапқы бағалау	Технологиялық процестер мен отын шығыны негізінде эмиссияларды шамалап есептеу

Мұнай-газ саласында атмосфералық шығарындыларды бақылау бойынша қолданылатын әдістер әртүрлі технологиялық жағдайларға бейімделген және кешенді тәсілді қажет етеді [8]. Автоматтандырылған жүйелер (CEMS), зертханалық талдаулар, қашықтықтан бақылау құралдары

мен есептік модельдер бір-бірін толықтырып, шығарындылардың нақты деңгейін бағалауға және оларды басқаруға мүмкіндік береді [9]. Әр әдістің өзіне тән артықшылықтары мен шектеулері бар, сондықтан өндірістік нысандарда оларды үйлестіріп қолдану – тиімді экологиялық менеджменттің негізі болып табылады [10]. Әдістердің артықшылықтары мен кемшіліктері Кесте 2 берілген.

2-кесте – Атмосфералық шығарындыларды бақылау әдістерінің артықшылықтары мен кемшіліктері

Бақылау әдісі	Артықшылықтары	Кемшіліктері
CEMS (үздіксіз автоматты бақылау жүйелері)	Нақты уақыттағы деректер, жоғары дәлдік, экологиялық талаптарға сәйкестік	Қымбат орнату және қызмет көрсету, арнайы білікті мамандар қажет
Газ анализаторлары (портативті/ стационарлық)	Икемді қолдану, нақты өлшеу, түрлі газдар үшін бейімделген	Үздіксіз бақылауға арналмаған, жиі калибрлеу және қолмен басқару қажет
Дрондар (газ анализаторлармен)	Қол жетімсіз аймақтарды тексеру, жылдам тексеріс, қауіпсіздік жоғары	Ауа райына тәуелді, жұмыс уақыт шектеулі, лицензияланған операторлар қажет
Жылукамералар мен ИҚ-камералар	Ақауларды жылдам анықтау, визуалды бақылау, өндірістік қауіпсіздік	Тек газдың шығуын көрсетеді, нақты концентрацияны өлшемейді, бағасы жоғары
Спутниктік мониторинг пен лидарлар	Кең ауқымды бақылау, тарихи деректермен салыстыру мүмкіндігі	Нақты нысан бойынша дәлдік төмен, үздіксіз емес, жоғары технологиялық шығындар
Зертханалық әдістер (ауадан сынама алу)	Заттың нақты құрамын анықтау, ВТЕХ пен ауыр газдарды талдау мүмкіндігі	Уақыты ұзақ, үздіксіз бақылауға арналмаған, арнайы құралдар мен мамандар қажет
Есептік әдістер (эмиссия коэффициенттері)	Жылдам бағалау, бастапқы кезеңдерде пайдалы, өлшеу жабдығы болмаған кезде тиімді	Нақты деректерге негізделмейді, қателік ықтималдығы жоғары

Қорытынды

Мұнай-газ өнеркәсібіндегі атмосфералық шығарындылар – қоршаған ортаға әсер ететін негізгі факторлардың бірі болып табылады. Бұл мәселені тиімді шешу үшін әртүрлі бақылау әдістері мен технологиялары қолданылады. Жүргізілген әдеби шолу нәтижесінде автоматтандырылған бақылау жүйелері (SEMS), зертханалық талдау, қашықтықтан зондтау құралдары, есептік және модельдік әдістер сияқты бақылау құралдарының кең ауқымы қарастырылды.

Әр әдістің өзіне тән артықшылықтары мен кемшіліктері бар, және оларды нақты өндірістік жағдайда біріктіріп қолдану – шығарындыларды бақылаудың ең тиімді тәсілі болып табылады. Сонымен қатар, заманауи шешімдердің бірі ретінде цифрлық егіздер мен SCADA жүйелері экологиялық мониторинг пен өндірісті басқаруды біріктіруге мүмкіндік береді.

Осы шолу жұмысы мұнай өңдеу кәсіпорындарында қолданылатын әдістердің салыстырмалы сипаттамасын беріп, олардың тиімділігі, қолдану шарттары және экономикалық негізділігі тұрғысынан талдау жасауға мүмкіндік берді. Алынған мәліметтер атмосфералық ауаның ластануын төмендетуге бағытталған экологиялық саясатты оңтайландыруға негіз бола алады.

References

1 **Festus, M., Adebisi, M.** Air quality and management in petroleum refining industry : A review. – 2022.

2 **Assanov, D., Zhasny, V., Kerimray, A.** Air Quality and Industrial Emissions in the Cities of Kazakhstan // Atmosphere. – 2021. – 12(3):314.

3 **Redkina, M.** Science, education, innovation IV international scientific and practical conference MCNS «science and education» automated emission monitoring systems. – 2014.

4 **Zuev, D.** «Siberian Federal University», Satellite monitoring of sulfur dioxide emissions from man-made objects in the northern territories of the Krasnoyarsk Territory. – 2018.

5 US EPA AP 42. Fifth Edition. Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary and Point Sources. – US EPA: Washington, DC, USA, 1995. – P. 1–10.

6 **Polvara, E., Roveda, L., Invernizzi, M., Capelli, L., Sironi, S.** Estimation of Emission Factors for Hazardous Air Pollutants from Petroleum Refineries, Department of Chemistry // Materials and Chemical Engineering. – 2018.

7 Liu, R., Jadeja, R. N., Zhou, Q., Liu, Z. Treatment and remediation of petroleum-contaminated soils using selective ornamental plants // Environmental engineering science. – 29(6). – 2012. – P. 494–501.

8 Aitani, Abdullah M. Oil refining and products // Encyclopedia of energy. – 4. – 2004. – P. 715–729.

9 Wei, W., Lv, Z., Yang, G., Cheng, S., Li, Y., Wang, L. VOCs emission rate estimate for complicated industrial area source using an inverse-dispersion calculation method : A case study on a petroleum refinery in Northern China // Environmental Pollution. – 218. – 2016. – P. 681–688.

10 European Environment Agency. – EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook, 2023.

04.06.25 ж. баспаға түсті.

13.06.25 ж. түзетулерімен түсті.

25.06.25 ж. басып шығаруға қабылданды.

**Г. Н. Сулейменова*

ООО Иностранное предприятие «СЖС Казахстан ЛТД»,

Республика Казакстан, г. Павлодар.

Поступило в редакцию 04.06.25.

Поступило с исправлениями 13.06.25.

Принято в печать 25.06.25.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ И СОКРАЩЕНИЯ АТМОСФЕРНЫХ ВЫБРОСОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ

В статье представлен всесторонний обзор современных технологических решений и методов, применяемых для контроля и снижения вредных выбросов в атмосферный воздух на предприятиях нефтеперерабатывающей промышленности. В частности, подробно рассмотрены такие технологии, как автоматизированные системы контроля выбросов (CEMS), обеспечивающие точную и непрерывную фиксацию концентрации загрязняющих веществ, методы дистанционного зондирования, применяемые для оценки состояния атмосферы, а также лабораторные анализы.

Кроме того, в статье уделено внимание методам, направленным на снижение объема вредных выбросов в атмосферу: системы улавливания паров, установки каталитической нейтрализации,

абсорбционные и адсорбционные очистные сооружения, а также практика внедрения замкнутых производственных циклов.

Рассматриваются преимущества и ограничения каждой технологии с точки зрения эффективности, области применения, инвестиционных и эксплуатационных затрат, а также соответствия международным и национальным экологическим требованиям. Проведен сравнительный анализ различных методов, на основе которого определены наиболее перспективные направления для совершенствования экологической политики на нефтеперерабатывающих заводах и экологической оптимизации производственных процессов.

Результаты исследования могут быть полезны специалистам в области промышленной экологии, инженерам и руководителям нефтеперерабатывающих предприятий, а также научному сообществу, занимающемуся вопросами охраны атмосферного воздуха. Кроме того, в статье учтён и сравнительно проанализирован международный опыт и действующие экологические нормы, применяемые в Казахстане.

Ключевые слова: контроль выбросов, мониторинг атмосферного воздуха, экологические технологии, методы снижения загрязнения, промышленные выбросы, охрана воздуха, производственная экология.

**G. N. Suleimenova*

LLP Foreign Enterprise «SGS Kazakhstan LTD»,

Republic of Kazakhstan, Pavlodar.

Received 04.06.25.

Received in revised form 13.06.25.

Accepted for publication 25.06.25.

MODERN METHODS FOR CONTROLLING AND REDUCING AIR EMISSIONS AT OIL REFINING FACILITIES

The article presents a comprehensive overview of modern technological solutions and methods used for monitoring and reducing harmful atmospheric emissions at oil refining facilities. In particular, it provides a detailed examination of technologies such as Continuous Emission Monitoring Systems (CEMS), which enable accurate and continuous tracking of pollutant concentrations, remote sensing methods used to assess atmospheric conditions, and laboratory analysis techniques.

Furthermore, the article focuses on emission reduction methods, including vapor recovery systems, catalytic neutralization units, absorption and adsorption treatment facilities, as well as the implementation of closed-loop production cycles.

The advantages and limitations of each technology are analyzed in terms of efficiency, scope of application, investment and operational costs, and compliance with international and national environmental standards. A comparative analysis of various methods is conducted, identifying the most promising approaches for improving environmental policies at oil refineries and for the ecological optimization of production processes.

The research findings may be valuable to professionals in industrial ecology, engineers and managers of oil refining enterprises, as well as members of the scientific community working on air quality and environmental protection issues. In addition, the article takes into account and comparatively analyzes international experience and current environmental regulations in force in Kazakhstan.

Keywords: emission control, ambient air monitoring, environmental technologies, pollution reduction methods, industrial emissions, air protection, industrial ecology.

Теруге 25.06.2025 ж. жіберілді. Басуға 30.06.2025 ж. қол қойылды.

Электронды баспа

2,57 МБ RAM

Шартты баспа табағы 10,13.

Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген А. К. Темиргалинова

Корректорлар: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Тапсырыс № 4428

Сдано в набор 25.06.2025 г. Подписано в печать 30.06.2025 г.

Электронное издание

2,57 МБ RAM

Усл. п. л. 10,13. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка А. К. Темиргалинова

Корректоры: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Заказ № 4428

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

Павлодар мемлекеттік университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

8 (7182) 67-36-69

e-mail: kereku@tou.edu.kz

www.vestnik-cb.tou.edu.kz